

5. Методика применения дистанционных образовательных технологий (дистанционного обучения). УТВЕРЖДЕНА приказом Минобрнауки России от 18.12.2002 № 4452.
6. Лебедева М. Б. Дистанционные образовательные технологии: проектирование и реализация учебных курсов/ М. И. Лебедева, С. В. Агапов, М. А. Горюнова, А. Н. Котиков. - СПб.: БХВ-Петербург, 2010. - 30 с.
7. Encyclopedia of Distance Learning. - 2-ed. 4-vol. IGI Global. - 2010.

## DISTANCE EDUCATION AS ELECTRONIC DOCUMENTATION

N.V. Potapova

*The implementation of the electronic documentation process was considered on the basis of distance education.*

Keywords: Distance education, Electronic documentation.

УДК 004.4

## СТРАТЕГИЯ DPS - DEBIAN-PYTHON-SAGE: ПРОБЛЕМНО - ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СРЕДЫ НА ОТКРЫТОМ КОДЕ

А.В. Рожков<sup>1</sup>

<sup>1</sup> [ros.seminar@bk.ru](mailto:ros.seminar@bk.ru); Кубанский государственный университет, г. Краснодар

*Изложен опыт комплексного изучения физико-математических наук, с использованием современных технологий. В некоторой степени аналог американских STEM технологий.*

**Ключевые слова:** компьютерная алгебра, операционные системы, языки программирования.

Специалисты, изучающие уклад жизни человечества, склоняются к тому, что сейчас происходит четвертая технологическая революция. Коренное преобразование производительных сил общества, кардинально меняющее жизнь всего человечества. Революция эта называется или информационной, или компьютерной, или постиндустриальной. Название не важно, главное в этой революции то, что большинство индустриальных технологий теперь используют глубокую автоматизацию и роботизацию, многие производственно-технологические процессы контролируются программируемыми автоматическими информационными системами (компьютерами), которые, к тому же, не редко, являются самообучающимися.

Революционные изменения в жизни общества ставят новые, трудные проблемы перед системой образования.

Как объять необъятное, соединить специализацию с универсальностью, максимально сократить путь для начинающих к передовым рубежам науки, соблюсти разумное соотношение между наглядностью и научной точностью и т.д.

### 1. Десять тенденций развития информационных технологий

1. Мобильность, мобильность и еще раз мобильность! В любом месте, в любое время суток, на любом электронном устройстве должен быть выход во внешнюю инфор-

мационную среду - локальную сеть, глобальную сеть (интернет), доступ к облачному сервису.

2. Миниатюризация устройств. Возможность их встраивания в любые приборы, конструкции, бытовую и промышленную технику, в человеческую одежду или даже тело человека (пока с его согласия). Радиочастотные метки товара, возможность отслеживания его положения в пространстве и во времени.

Предыдущие два пункта, с учетом того, что над Землей крутится 3 тыс. спутников, на Земле работают 3 млн. мобильных вышек, а в земле закопаны миллиарды км. оптоволокну, означают, что Земля уже, фактически, превратилась в камеру с круглосуточным наблюдением.

3. Универсальность, межплатформенность. Пользовательские сервисы должны работать в любой программной среде, исходный код должен быть легко переносим, масштабируем и мультиязычен.

4. Электронный документооборот, электронное правительство. В некоторых странах, например, в Эстонии, до 90% экономически активно населения зарегистрированы на порталах государственных и муниципальных услуг, имеют идентификационную карточку, снабженную электронной подписью, и получают возможность до 80% государственных и муниципальных услуг получать из своего личного электронного кабинета.

5. Электронные финансы. В мире ежегодно миллиарды юридически значимых финансовых и управленческих документов - создаются, передаются, хранятся, используются, изменяются и уничтожаются в электронной виде. При текущем общемировом ВВП примерно в 70 трл. \$ не менее половины финансовых перечислений производятся в электронной форме. Ежесекундно в мире совершается несколько миллионов электронных платежей. Несколько процентов из этих средств, а это порядка 1- 2 трл. \$ в год, похищается хакерами.

6. Сфера развлечений стала на 90-95% зависимой от компьютерного моделирования. Рынок компьютерных игр уже сравнялся по ресурсоемкости с рынком всей спортивной индустрии (футбол, хоккей, бокс, теннис и т.д.) и составляет около 100 млрд. \$ в год. Кинобизнес использует самые мощные в мире мультимедийные компьютеры стоимостью в десятки млн. \$ - актеры только двигают руками в пустой комнате, все декорации и спецэффекты изготавливаются серверами. Разница между компьютерной игрой и кинофильмом практически стерлась. Объем рынка компьютерной киноиндустрии - сотни млрд. \$ в год. Все это относится и к массовым представлениям и к музыкальному бизнесу. Пример - Евровидение 2016 - сплошное компьютерное шоу.

7. Стремительное изменение психологии поведения человека. Изменение его реакции на окружающую действительность, деградация моральных ценностей и моделей поведения. Если раньше говорили: «Калькулятор - инвалидная коляска для ума!» В том смысле, что калькулятор отучал от устного счета, сильно ограничивал работу воображения ученика, мешал развитию творческих способностей. То теперь можно смело сказать: «Смартфон - сумасшедший дом для разума!». За отключенный интернет ребенок убивает родителей. Школьники идут рядом по улице и разговаривают друг с другом по телефону. Остановившийся на секунду человек тут же утыкается в мобильное устройство. Эпидемия виртуализации охватила все страны

и все возрастные группы. За исключением очень бедных стран и очень пожилых граждан. И при этом компьютерная грамотность стремительно падает! Ведь что-бы пользоваться гаджетом его достаточно просто включить! Включить голосом или прижимая палец к экрану!

8. Нарращивание сверхбольших баз данных различной архитектуры. Сверхбольшие - это тысячи и миллионы терабайт. Это базы данных интернет поисковиков, научных проектов по астрономии, микробиологии, атомной физике и т.д. Компьютером просматриваются миллиарды и триллионы записей и делаются открытия новых звезд, новых болезней, новых субъядерных частиц. Компьютер находит новые знания в океане информационного мусора. Это новая реальность, называемая Big Data. Как отрасль знания возникла менее 10 лет назад.

9. Роботизация и автоматизация. Уже давно не редкость типографские комплексы, в которых печатник вставляет флешку, с набранной в каком-либо редакторе книгой, а комплекс сам форматирует текст, режет и подает бумагу, краску, сшивной материал, обложку и т.д. Сейчас бурно расцветает индустрия 3D принтеров, которые напыляют, наплавляют или выдавливают любую объемную форму, запрограммированную компьютерным «скульптором». Современная реальность - миллионы дронов, летающих во всех странах мира, десятки миллионов промышленных роботов. Есть и военные роботы. Современная война во многом напоминает компьютерную игру, поскольку в головках самонаводящихся крылатых ракет находится видеокамера и стрелок все видит на экране своего монитора.

10. Информационная безопасность. И ее нарушители - хакеры. Современные хакерские группы - это мощные высокопрофессиональные преступные синдикаты, с полным набором сервисных служб - программисты, электронщики, охранники, управленцы, бухгалтера, юристы, агенты внедрения и т.д. Обороты этих синдикатов достигают миллиардов \$ в год. Противостоят хакерам, а также спецслужбам других стран, так называемые кибервойска, созданные во многих странах мира в последние 2-3 года. Расходы на кибербезопасность в IT-компаниях доходит до 10-15%. Во многие программные продукты встраиваются средства защиты. Обороты индустрии защиты информации млрд. \$ в год.

## **2. Выбор платформы**

Современный социально активный человек, особенно человек молодой, ищущий свое место и предназначение в жизни, не может обойтись без средств коммуникации. Однако, прежних средств социального общения - устной и письменной речи, уже явно недостаточно.

Информационные технологии давно перестали быть уделом фанатичных программистов. ЭВМ сейчас такой же бытовой прибор как чайник, холодильник, микроволновка. Это не диковинка, а часть нашей повседневной жизни. Сейчас овладение информационными технологиями не доблесть, а жестокая необходимость, иначе «Трамвай удачи» не откроет тебе двери.

Следует также учитывать тот факт, что Россия последние годы находится в состоянии «горячей» информационной войны, со странами, приверженцами однополярного мира.

Второй важный момент при выборе IT-инструментария его ориентированность

на обучение, научные исследования.

Третий немаловажный параметр - цена решения и качество продукта.

#### а) **Выбор операционной системы**

Проведенный двухлетний анализ ареала операционных систем привел нас к однозначному выводу.

1. Система должна быть на открытом коде из семейства U/Linux.
2. Система должна быть прежде всего клиентской и, во вторую очередь, серверной.
3. Система должна иметь максимально возможный дружественный интерфейс.
4. Система должна быть популярна в научной и образовательной среде.
5. Обязательно наличие большого количества вспомогательных программ и пакетов.
6. Система должна быть надежной и проверенной при использовании в серьезных проектах государственного уровня.

Из сотен операционных систем линейки Linux выбор был однозначно сделан в пользу Linux Debian, хотя, первоначально, использовался Linux CentOS - мощная система из индустрии суперкомпьютеров.

Операционную систему Linux Debian (Deb + Ian) создали в 1993 г. Debra Lynn и Ian Murdock. Это один из старейших дистрибутивов, поскольку сам Linux возник в 1991 г.

Debian является “отцом” популярных дистрибутивов Knoppix, Linux Mint, Maemo, MEPIS, SteamOS, TAILS, Ubuntu, его с апреля 2015 г. используют на компьютерах Международной космической станции, он является базой для популярного хакерского средства Kali Linux.

Debian Edu - Skolelinux, является дистрибутивом Linux на основе Debian и предоставляет готовое окружение полностью настроенной школьной сети.

Ubuntu Kylin — китайская операционная система, построена на основе Debian.

В дистрибутив Debian входит более 43 000 пакетов. Одних только программ для математических вычислений более 300.

В их числе Axiom, Cadabra, Cantor, Euler, GAP, KAlgebra, Mathomatic, Maxima, Octave, Open-Axiom, Pari-GP, Qalc, Relational, Sagemath, Scilab, XMaxima.

Представление о работе с Debian можно получить ознакомившись с книгой [2].

#### б) **Выбор базового языка программирования**

Операционная система — это дом, в котором живут прикладные программы, и, собственно, только они и нужны пользователю.

Однако как бы идеально не была устроена операционная система ее использование под разные задачи требует отдельной настройки. С компьютером нужно “разговаривать” и этим языком общения является язык программирования.

С языками программирования дело обстоит еще хуже (в смысле выбора), чем с операционными системами — их тысячи!

Есть языки низкоуровневые, типа Assembler, для работы с сервисами самой операционной системы.

Есть огромное количество узко специализированных языков для решения конкретных прикладных задач.

Для научных целей широкого плана, а тем более для нужд образования, более всего подходят языки универсальные.

И кажется есть очевидное решение — это языки семейства C/C++, C#, Visual C и т.д. Однако эти языки рассчитаны на профессионалов программирования, а не для программирования профессионалами в областях, смежных с программированием. Большинство возможностей этих суперуниверсальных языков не нужны практикующему математику. Их возможности просто избыточны. Для того чтобы расколоть орех нет нужды приобретать промышленный молот.

Язык математических вычислений Fortran великолено справляется с инженерными задачами, но не очень удобен в символьных вычислениях и при создании интерфейса программного продукта, который предполагается использовать не только в научных, но и в учебных целях.

После длительных изысканий наш выбор был остановлен на языке Python.

Python — высокоуровневый, объектно-ориентированный, исполняемый язык программирования общего назначения, с динамической типизацией, создан голландцем Guido van Rossum в 1991 г. (т.е. ровесник Linux).

Python позиционируется как язык программирования, доступный для всех. Его синтаксис минималистичен, насколько это возможно, не формален, ориентирован на математические вычисления.

Python и его пакеты NumPy, SciPy и Matplotlib используется как среда для научных расчётов.

Python имеет много различных вариаций и расширений — RPython, CPython, Pyrex, Cython, Jython, IronPython, PyPy, Stackless и поэтому применяется практически во всех сферах IT-технологий.

Для целей высокопроизводительных вычислений имеет компилируемые реализации и возможности для параллельных и распределенных вычислений.

Python используется Агентством национальной безопасности США для создания и взлома шифров. На Python написаны многие популярные интернет сервисы.

На Python осуществляются тысячи проектов, в которых заняты миллионы профессиональных программистов.

Фирма Yandex язык Python использует как базовый для обучения талантливых школьников, будущих своих сотрудников.

Немаловажно, что Python распространяется по лицензии на свободное ПО, совместимая с GNU General Public License.

Хороший обзор линейки Python 3.x дан в книге [3].

#### в) **Выбор системы компьютерной алгебры**

Есть хорошая русская пословица: “Знал бы где упасть, соломки бы подстелил!”

Знать бы какие задачи придется решать в будущем, тогда бы нужную программу осваивал.

Однако научная мода стремительно меняется, а программные продукты, иногда, устаревают еще до своего выхода.

Средств для научного анализа и математических вычислений великое множество — MatLab, MathCad, Maple, Magma и т.д. — их десятки. Средства эти мощные, проверенные, но не очень дешевые в приобретении и владении.

Есть сотни бесплатных проектов на открытом коде. Часть из них перечислена при



описании пакетов в ОС Debian.

Но главная проблема не в платности и бесплатности, а в том как пользоваться этими пакетами компьютерной алгебры.

В популярном у алгебраистов и специалистов по дискретной математике пакете GAP — Groups, Algorithms, Programming, более 4000 встроенных функций, вычисляющих те или иные числовые или символьные характеристики алгебраических объектов.

К сожалению, кнопок для вызова конкретных функций программисты могут создать только конечное число, а математических задач бесконечно много!

В любом случае придется комбинировать — писать циклы, разветвления программ, использовать последовательный вызов процедур.

Но в каждом монастыре свои правила. Каждый программный комплекс имеет свой внутренний, встроенный, язык программирования. Конечно, все они похожи. Как похожи все языки землян, факт доказанный лингвистами.

Но меняя сферу приложения своего таланта вам придется, образно говоря, переходить с русского на хинди, с хинди на бенгальский, а с бенгальского на язык Бикья, на котором разговаривает всего одна женщина в мире.

Поэтому хотелось бы выбрать такой пакет компьютерной алгебры, у которого внутренний язык был бы индустриальным языком программирования. А идеально, чтобы это был не один пакет на открытом коде, а некое их семейство.

И такой проект был осуществлен в 2005 г. профессором William Stein из University of Washington (В академическом рейтинге университетов мира он занимает 15-е место (2015)).

Проект на открытом коде. Встроенный язык программирования Python, проект включает 90 пакетов на открытом коде, в том числе: NumPy, SciPy, matplotlib, SymPy, Maxima, GAP, FLINT, R.

Проект имеет реализацию в виде Live USB Key на основе Linux Debian. Поэтому не нужно устанавливать Linux, а достаточно создать флешку, и с нее загружаясь работать с Sage на любом компьютере.

Проект активно развивается. Каждый квартал выходит новая версия. Текущий релиз Sage 7.4.

Проект Sage подробно описан в книге [4].

### 3. Сферы применения DPS платформы

Первоначально [1] все задумывалось с достаточно прозаической целью — как источник для написания “Курсовых работ, дипломных проектов, магистерских и кандидатских диссертаций”.

По мере реализации проекта стало ясно, что технология может использоваться для создания “Startup, разработки комплексов программ как в области научного так и прикладного программирования”.

Какие проекты научного и учебного направления можно реализовывать в рамках данной программной платформы?

На момент написания статьи (сентябрь 2016 г.) в Кубанском государственном университете заявлено примерно 200 тем, связанных с компьютерной алгеброй, теорией чисел, абстрактной алгеброй и компьютерной безопасностью.

Вот некоторые из числа предложенных задач.

1. Численные эксперименты для нахождения подходов к решению проблемы Коллатца (1937 г.) Например, проверки того, что длина цепочки, начинающейся с нечетного числа  $n$ , если отбросить четные члены, не превышает  $\log_{4/3} n$ .

**Формулировка гипотезы Коллатца.** Берем натуральное число  $n$ . Если оно четное, то делим его на 2 до тех пор, пока оно не станет нечетным числом  $m$ . Заменяем  $n$  на  $3m+1$ . Полученное число опять делим на 2 и т.д. Доказать, что каково бы не было исходное число  $n$  в итоге всегда получится 1.

Пример. Возьмем  $n = 9$ . Вычисляем, отбрасывая четные члены,

$$9 \rightarrow 7 \rightarrow 11 \rightarrow 17 \rightarrow 13 \rightarrow 5 \rightarrow 1.$$

2. Численные эксперименты с распределением простых чисел на прямой. *Плотная  $n$ -ка* - это  $n$  простых чисел, расположенных на отрезке минимально возможной длины. Рожков А.В. ввел плотные  $n$ -ки в 2012 г. Оказалось, что в 1999 г. под названием  $k$ -tuplet их ввел Т.Форбес. Поиском плотных  $n$ -к сейчас занимаются сотни людей в разных странах мира, часто с использованием суперкомпьютеров. В 2016 г. найдены первые плотные  $n$ -ки для  $n = 21$ . Если будут найдены плотные  $n$ -ки для  $n = 447$ , то будет опровергнута знаменитая гипотеза Hardy-Littlewood о распределении простых чисел. То есть будет доказано, что где-то там, очень далеко от начала координат, существует математическая страна El Dorado, где простые числа встречаются чаще, чем в начале координат!

3. Вычисления в области алгебры с условиями конечности. Например, вычисления характеристик Бернсайдовых групп, где есть много нерешенных проблем [6].

4. Вычисления в криптографии. Анализ шифров и хэш функций [6].

К.Ф.Гаусс говорил, что нет ничего приятнее, чем в редкую свободную минуту просчитать очередную хилиаду (тысячу) чисел и найти там все простые числа. Даже такой титан математической мысли как Гаусс нуждался, для выдвижения абстрактных идей, в конкретном вычислительном материале.

#### 4. Выводы и американский проект STEM

Признавая, на государственном уровне, глубокие недостатки физико-математического и технического образования в своей стране, США разработали проект STEM.

STEM — Science, Technology, Engineering, and Mathematics, инициатива в области образования, которая начала осуществляться в США с лета 2013 г.

Проект рассчитан на 5 лет. На его выполнение выделено 15 млрд. \$. В процессе его осуществления планируется переподготовить около 100 тыс. преподавателей учебных заведений. В проекте реализуется старая как мир идея — связь образования с жизнью и производством. Официальный обзор проекта изложен в [5].

Стратегия DPS — это один из возможных способов выполнить нечто похожее, но только силами и в масштабе одного вуза.

Связь чистой науки с образованием, связь образования с IT-технологиями.

Смысл стратегии DPS не в том, чтобы студенты и школьники, а проект доступен и старшеклассникам, освоили одну из операционных систем, могли писать программы на одном из индустриальных языков программирования, имели навыки рабо-

ты с одной из систем компьютерной алгебры. Хотя это, как бы дополнительный плюс. Хорошая основа для профессии системного администратора, программиста или специалиста в области прикладной математики.

Debian - Python - Sage — это некоторая интеллектуальная основа, технологическое дерево, которое может дать плоды в самых различных областях науки и техники, где нужны и важны вычислительные подходы.

Смысл и свехрзадача — это комплексное освоение всей триады IT-технологий: системная среда - программное окружение - технический инструментарий.

Стандартное их освоение независимо друг от друга - трудоемко, крайне медленно и малопродуктивно.

Человек усвоил знания, если они стали частью его натуры, проникли в подсознание. Поэтому изучение научных понятий желательно сопровождать их машинной реализацией, которая служит и иллюстрацией абстрактной теории и, попутно, позволяет выработать, на подсознательном, автоматическом уровне, крайне полезные навыки в области IT-технологий.

## Литература

1. Рожков А. В. Преподавание математики и информатики в ведущих университетах мира и опыт КубГУ / А. В. Рожков, М. В. Рожкова // Университеты в системе поиска и поддержки математически одаренных детей и молодежи: материалы I Всероссийской научно-практической конференции. - Майкоп, 2015. - С. 116-121.
2. Негус К. Ubuntu и Debian Linux для продвинутых: более 1000 незаменимых команд / К. Негус, Ф. Каэн. — СПб.: Питер, 2011. — 352 с.
3. Саммерфилд М. Программирование на Python 3. Подробное руководство / М. Саммерфилд. - СПб.: Символ-Плюс, 2009. - 608 с.
4. Finch C. Sage Beginner's Guide / C. Finch. - Packt Publishing, 2011. - 366 p.
5. Federal Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education, 5-year strategic plan. A Report from the Committee on STEM Education National Science and Technology Council, May 31, 2013.
6. Рожков А. В. О подгруппах некоторых групп Алёшинского типа / А. В. Рожков // Алгебра и логика. - 1986. - Т. 25, № 6. - с. 643-671.
7. Рожков А. В. Теоретико-числовые методы в криптографии: учебное пособие / А.В. Рожков, О.В. Ниссенбаум. - Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2007. - 160 с.

## STRATEGY OF DPS - DEBIAN-PYTHON-SAGE: PROBLEM-ORIENTED COMPUTING ENVIRONMENTS ON AN OPEN CODE

A.V. Rozhkov

*Experience of complex studying of physical and mathematical sciences, with use of modern technologies is stated. Somewhat analog of the American STEM technologies.*

Keywords: computer algebra, operating systems, programming languages.